

Influência do Congelamento e do Tempo de Estocagem na Preservação dos Carotenoides Totais em Abóbora



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Influência do Congelamento e do Tempo de Estocagem na Preservação dos Carotenoides Totais em Abóbora

*Bruno Cardoso Trindade
Semíramis Rabelo Ramalho Ramos
Carlos da Silva Ledo
Marília Regina Nutti
Ana Beatriz Costa Czermainski*

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250

49025-040 Aracaju, SE

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.cpatc.embrapa.br

www.embrapa.com.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Elio Cesar Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Costa Gomes, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Joyce Feitoza Bastos*

Designer gráfico da capa: *Thiago Calheiros*

Fotos da capa: *Bruno Cardoso Trindade*

1ª Edição

PDF (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Influência do Congelamento e Tempo de Estocagem na Preservação dos Carotenoides Totais em Abóbora/ Bruno Cardoso Trindade... [et al.] - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

20 p. II. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 111).

1. *Cucurbita moschata*. 2. Hortaliça. 3. Congelamento. I. Trindade, Bruno Cardoso. II. Ramos, Semíramis Rabelo Ramalho. III. Ledo, Carlos da Silva IV. Nutti, Marília Regina. V. Czermainski, Ana Beatriz Costa. VI. Título. VII. Série.

CDD 630 (21 ed.)

©Embrapa 2016

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	6
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	17
Referências	18

Influência do Congelamento e do Tempo de Estocagem na Preservação dos Carotenoides Totais em Abóbora

Bruno Cardoso Trindade¹

Semíramis Rabelo Ramalho Ramos²

Carlos da Silva Ledo³

Marília Regina Nutti⁴

Ana Beatriz Costa Czermainski⁵

Resumo

A Embrapa Tabuleiros Costeiros tem conduzido trabalhos de melhoramento genético visando o incremento agrônomo e nutricional das variedades tradicionais de abóbora. Para tanto, é necessário analisar anualmente grande quantidade de frutos, em períodos curtos de tempo, devido as transformações bioquímicas que ocorrem após a colheita. Porém, as metodologias atualmente empregadas para o processamento dos frutos e análise de carotenóides são dispendiosas de tempo. Além disso, há uma recomendação de analisar os frutos logo após o seu processamento, o que limita a capacidade analítica dos laboratórios. Diante dessa problemática, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do tempo (de 1 a 12 meses) e da temperatura de congelamento, em freezer (-4 °C) e ultrafreezer (-80 °C), na preservação dos teores de carotenóides totais em frutos de abóbora. Os resultados obtidos demonstram ser possível armazenar amostras de polpa de abóbora triturada em freezer (-4 °C), sem ultrapassar um mês de estocagem, e em ultrafreezer (-80 °C), por até 12 meses. Nesse último caso, faz-se necessário compensar matematicamente a perda de umidade ocorrida nas amostras que fazem com que os valores de CAT sejam sempre ligeiramente superiores aos frutos processados e analisados em seguida.

Palavras-chave: avaliação nutricional, congelamento, cucurbitáceas, *Cucurbita moschata*, estabilidade, variedades locais.

¹Químico, mestre em Engenharia de Processos, analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

²Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Tabuleiros Costeiros, Cruz das Almas, BA

⁴Engenheira de Alimentos, mestre em Ciência de Alimentos, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

⁵Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

Influence of Freezing and Storing Time of Pumpkin Landraces on the Carotenoids Content

Abstract

Embrapa Coastal Tablelands has been carried out a breeding program aiming at the agronomic and nutritional improvement of traditional varieties of pumpkin. In order that, it is necessary to analyze annually a large quantity of fruits in short periods of time in function of the biochemical transformations that occur even after the harvest. However, the methodologies currently used for fruit processing and carotenoid analysis are time consuming. In addition, there is a recommendation to analyze the fruits shortly after processing, which limits the analytical capacity of laboratories. This study aimed to evaluate the influence of time (from 1 to 12 months) and freezing temperatures (-4 °C and -80 °C) in the preservation of total carotenoids in fruits of traditional pumpkin varieties. The results obtained demonstrate that it is possible to store samples in a freezer (-4 °C), without exceeding one month of storage, and in ultralow temperature (-80 °C), for up to 12 months with the results expressed as dry basis or compensated for the initial moisture content.

Index terms: carotenoide level, Cucurbitacea, *Cucurbita moschata*, freezing, nutrition evaluation, pumpkin landraces, stability.

Introdução

As frutas e hortaliças são ricas fontes de compostos bioativos importantes para a saúde, fornecendo proteção antioxidante ao organismo humano, sendo os principais a vitamina C, os compostos fenólicos e carotenóides (KAUER; KAPOOR, 2001). Os carotenoides são moléculas lipofílicas que possuem capacidade antioxidante e características relacionadas com efeitos de promoção da saúde, melhora no estado imunológico (BERDANIER, 2008; RIVLIN, 2008) e, de maneira cada vez mais crescente, a prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares (ASTORG, 1997; KRISKY, 1993). Alguns autores também afirmam que há uma relação inversa entre o consumo de frutas e hortaliças com alto teor de carotenóides, com o risco de desenvolvimento de câncer (NGUYEN; SCHWARTZ, 1999; ZIEGLER, 1991) o que faz com que haja uma valoração e interesse crescente da população no consumo de alimentos ricos nestes compostos.

O Brasil possui uma grande variedade de alimentos ricos em carotenoides e entre eles, destaca-se a abóbora (*Cucurbita moschata* D.) que é uma hortaliça de importância socioeconômica e faz parte da matriz alimentar da população de várias regiões, principalmente do Nordeste (RAMOS; QUEIROZ, 2005; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Nos últimos anos, a sua valorização tem sido crescente como alimento que contribui para a nutrição e saúde da população. Sob o ponto de vista nutricional, esta olerícola possui alto teor de antioxidantes, principalmente, carotenóides pró-vitamina A, e de 17% a 42% (base seca) de fibras dietéticas (LIMA et al., 2006; RODRIGUEZ-AMAYA; AMAYA-FARFAN, 2007).

Especificamente considerando a importância nutricional da espécie e ainda, na tentativa de atender a demanda de produtores e consumidores, a Embrapa Tabuleiros Costeiros tem conduzido trabalhos de seleção visando à melhoria agrônômica e nutricional das variedades tradicionais de abóbora. Nos últimos anos, foi possível identificar materiais genéticos com valores elevados para concentração de carotenoides totais ($\geq 250 \mu\text{g/g}$ de polpa fresca) e teor de sólidos

solúveis (≥ 12 °Brix) e menor teor de umidade na polpa, ou seja, maior probabilidade de manutenção da firmeza da polpa quando do processo de cocção (RAMOS et al., 2015).

Contudo, no processo de caracterização dos materiais genéticos selecionados no programa de melhoramento, o qual é realizado de forma sequencial e contínua, há a necessidade de avaliar anualmente grande quantidade de frutos, em tempo reduzido. Nesse processo, há de se considerar, também, as dificuldades impostas para processamento, preparo e armazenamento de amostras. Considerando-se que os carotenóides são compostos facilmente degradados, o longo tempo necessário para processar cada fruto expõe os carotenóides por períodos extensos ao oxigênio do ar, à luz, às altas temperaturas, aos ácidos orgânicos e às enzimas liberadas durante o corte, aumentando o risco de perdas decorrentes de oxidação e isomerização (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Kimura et al. (2007) mencionam que o ideal é avaliar os frutos no mesmo dia em que são colhidos. Por outro lado, alguns estudos (AGOSTINI-COSTA et al., 2003; AQUINO et al., 2011; LOPES et al., 2005) relatam a influência do armazenamento sob congelamento na estabilidade e na concentração dos carotenóides, em frutos de diferentes espécies. De maneira geral, a estocagem de frutos sob temperatura controlada gera uma perda inicial dos carotenóides e depois, há uma tendência à estabilização. Percebe-se que essa perda é maior ou menor dependendo da matéria-prima e as condições de acondicionamento às quais estão submetidas.

Ao mesmo tempo, sabe-se que o congelamento é um dos melhores métodos disponíveis para a conservação de alimentos em longo prazo, uma vez que não causa perdas significativas do valor nutritivo e não prescinde do acréscimo nem remoção de componentes (PEREDA et al., 2005). No mesmo sentido, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (FDA, 2011) menciona a possibilidade de conservação de abóbora cozida ou branqueada por até 12 meses a uma temperatura de 0 °F (-17,8 °C), indicando a possibilidade de utilização desse mesmo método de conservação para amostras de polpa de abóbora a serem utilizadas com fins analíticos.

No entanto, considerando o cenário atual entre as necessidades agrônômicas e analíticas temos que: 1) nas condições de sequeiro, onde são avaliadas as variedades tradicionais de abóbora, há apenas uma colheita anual, de modo que todo o trabalho de seleção, caracterização fenotípica, processamento e análise dos frutos fica concentrado em um curto período do ano; 2) há volume considerável de frutos a serem analisados a cada ciclo de seleção, requerendo para tanto, uma grande área laboratorial e grande quantitativo de mão-de-obra dedicados a essas atividades; 3) o procedimento de amostragem da polpa de abóbora, o qual recomenda a coleta de uma amostra bruta correspondente à metade de cada fruto (dois quartis opostos), que deve ser descascada, fatiada e finalmente triturada para a obtenção da amostra laboratorial (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004) é bastante dispendioso de tempo; 4) o teor de carotenóides pode sofrer alterações após a colheita dos frutos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002), de maneira que é fundamental que todos os frutos do ciclo sejam processados no menor tempo possível para evitar que haja comprometimento dos resultados gerados; 5) o procedimento analítico para a quantificação de carotenóides recomenda que a extração e a quantificação desses compostos seja realizada logo após o processamento dos frutos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001), o que restringe a avaliação a uma pequena quantidade de frutos por dia de trabalho; 6) a elaboração de uma metodologia de conservação de amostras previamente à extração e quantificação dos carotenóides representa uma excelente alternativa para que se ganhe tempo para a conclusão das análises de todas as amostras de uma dada colheita. Nesse sentido, Rodriguez-Amaya (2001) propôs o armazenamento das amostras intactas e congeladas a uma temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para situações nas quais seja absolutamente impossível analisar as amostras logo após a colheita. Entretanto, o volume das amostras de abóbora inviabiliza completamente essa alternativa.

Considerando o exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do tempo e da temperatura de congelamento, em freezer ($-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) e ultrafreezer ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$), na preservação dos teores de carotenóides totais em frutos de abóbora.

Material e Métodos

Para a realização do presente estudo foram utilizados cinco frutos maduros de abóbora caracterizando condições adequadas para consumo. Os frutos foram provenientes de plantio realizado no Campo Experimental Pedro Arle, em Frei Paulo, SE, pertencente à Embrapa Tabuleiros Costeiros. Em laboratório, os frutos foram descascados e divididos longitudinalmente em quatro partes (quartis). A amostra foi composta por dois quartis diametralmente opostos, as quais foram descascadas (Figura 1a), cortadas em pequenos cubos e homogeneizadas em processador doméstico de alimentos (Figura 1b).

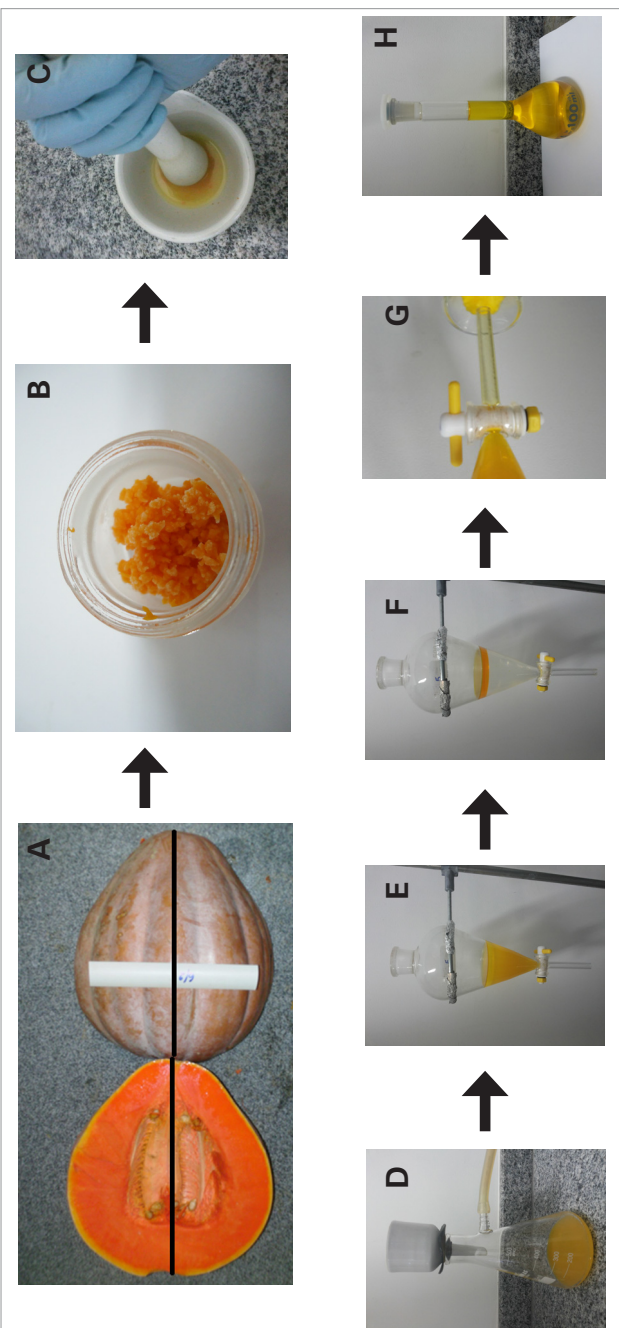


Figura 1. Procedimentos para quantificação de carotenóides em abóbora: a) coleta de dois quartis opostos (1 e 4 ou 2 e 3) para composição da amostra; b) amostra triturada para armazenamento; c) extração de carotenóides com acetona; d) filtração a vácuo do extrato; e) partição dos carotenóides para éter de petróleo; f) remoção da acetona com água; g) remoção da água residual por filtração com sulfato de sódio; h) extrato para a leitura; i) cubeta com o extrato para leitura em espectrofotômetro.

Alíquotas de mesmo peso (100 g) de cada amostra foram reservadas em frascos para posterior quantificação do teor de carotenóides totais. Uma amostra de cada fruto foi analisada logo após o processamento, que foi considerado tempo zero (t_0). Cinco amostras de cada fruto foram reservadas em frascos separados e mantidas em freezer ($-4\text{ }^{\circ}\text{C}$), e outras cinco no ultrafreezer ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$), para serem avaliadas após os armazenamentos por períodos de 1, 2, 4, 8 e 12 meses, denominados t_1 , t_2 , t_3 , t_4 e t_5 . Cada frasco foi utilizado para um único período de armazenamento, sendo que, após a análise, a amostra contida no frasco foi descartada.

A determinação do teor de carotenóides totais foi realizada de acordo com o método proposto por Rodriguez-Amaya (2001). Todas as análises foram feitas em triplicata e os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e regressão, por meio do software SAS. As variâncias dos diferentes períodos de armazenamento para cada temperatura foram comparadas e as médias de cada período, comparadas com a média do tempo 0, utilizando-se para isso o teste t de Dunnett.

Resultados e Discussão

As temperaturas de armazenamento avaliadas exibiram comportamento distinto relativamente à conservação dos carotenóides durante o período de realização do experimento. Enquanto os teores de CAT das amostras conservadas em freezer exibiram uma tendência de queda, a qual se tornou mais evidente a partir do 2º mês de armazenamento, as amostras conservadas em ultrafreezer oscilaram para mais e para menos durante o período total de armazenamento (12 meses), muito embora as médias das amostras conservadas dessa maneira tenham sido sempre levemente superiores às médias das amostras de referência.

A tendência de queda observada nas amostras conservadas em freezer deve-se, provavelmente, à degradação de carotenóides com o tempo, indicando que o armazenamento em freezer insere um erro sistemático

(CAT sempre abaixo do valor de referência) ao processo analítico de quantificação de carotenóides totais em abóbora cuja magnitude aumenta para períodos de conservação mais longos. Essa afirmativa pode ser respaldada pelo valor de R^2 obtido e pelo valor negativo do coeficiente angular da reta de regressão (Figura 2).

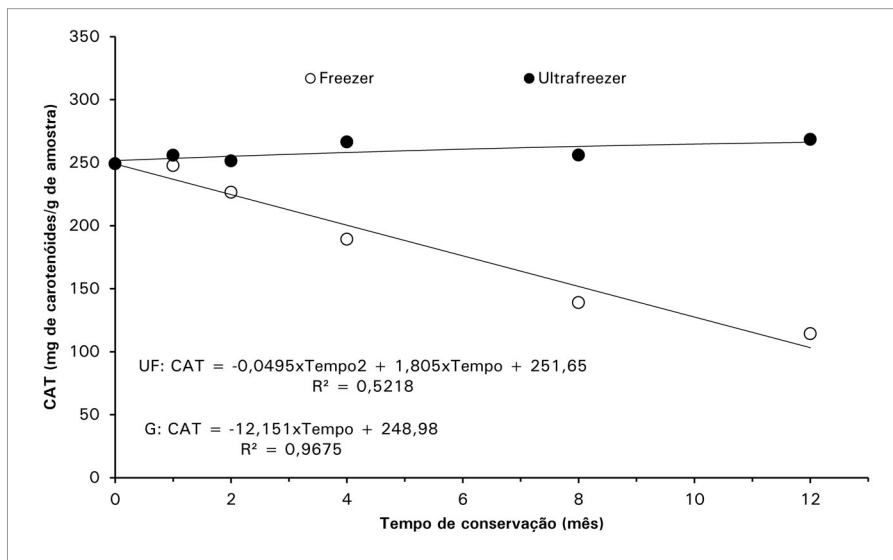


Figura 2. Dispersão dos dados de CAT da polpa de abóbora com o tempo de armazenamento e respectivas equações de regressão para amostras conservadas em freezer e ultrafreezer.

O elevado valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9675$) demonstra a qualidade do ajuste da reta de regressão obtida à dispersão de CAT *versus* Tempo de armazenamento para as amostras conservadas em freezer, o que indica que a equação obtida descreve satisfatoriamente o comportamento de CAT com o tempo nessa temperatura de armazenamento.

Segundo Mouazen et al. (2005), equações de regressão com R^2 superior a 0,91 fornecem excelente capacidade preditiva da variável dependente (CAT no presente caso) em função da variável independente (aqui, tempo de armazenamento). Por outro lado, o coeficiente angular negativo da reta ($-12,151$), indica que a reta de

regressão corresponde a uma função linear decrescente e assim o aumento da variável independente (tempo de conservação), implica em redução da variável dependente (CAT).

Já para as amostras conservadas em ultrafreezer, o melhor ajuste foi obtido para uma função polinomial do segundo grau, apesar de que, diferentemente do caso anterior, o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,5218$) foi consideravelmente mais baixo, de maneira que, a equação obtida, segundo o mesmo autor (MOUAZEN et al., 2005), possibilita apenas a realização de predições quantitativas aproximadas o que significa que o comportamento de CAT com o tempo nessa temperatura não é muito bem representado pela equação de regressão obtida.

Contudo, mesmo que a equação obtida seja utilizada para representar o comportamento dos dados, a função polinomial do segundo grau com o valor do parâmetro “a” negativo ($a = -0,0495$) representa uma parábola com concavidade voltada para cima, sendo, portanto um gráfico em que a variável em dado momento cresce e em seguida decresce novamente. Assim sendo, a equação obtida para a conservação em ultrafreezer associada com a fraca qualidade do ajuste nada permitem concluir acerca da existência de uma tendência de aumento ou diminuição de CAT com o tempo de armazenamento. Por outro lado, observa-se uma ligeira superioridade de CAT para amostras conservadas em ultrafreezer com relação ao valor obtido no momento do processamento (t_0), a qual deve ter sido causada pela redução do teor de umidade da amostra durante a conservação, conforme previsto por Pereda et al. (2005) uma vez que, a redução da concentração de quaisquer constituintes da amostra traz como consequência imediata o aumento da concentração dos demais constituintes. A outra possibilidade para o aumento de CAT seria a síntese de carotenóides nas amostras durante o período de conservação. Entretanto, sabe-se que para amostras congeladas o metabolismo celular é interrompido por completo (PEREDA et al., 2005), o que inviabiliza essa possibilidade.

A compensação do efeito causado pela perda de umidade das amostras congeladas em ultrafreezer, de modo a tornar viável a utilização dessa temperatura de conservação pode ser realizada de duas maneiras:

1) Pela quantificação em paralelo dos teores de matéria-seca (% de matéria seca) e de carotenóides totais em base fresca ($CAT_{(Base\ fresca)}$) em diferentes alíquotas de uma mesma amostra, após o congelamento, e a expressão dos resultados calculados em base seca ($CAT_{(Base\ seca)}$) por meio da equação (1),

$$CAT_{(Base\ seca)} = CAT_{(Base\ Fresca)} / (\%Matéria\ seca/100) \quad (1);$$

2) Pela quantificação do teor de umidade no momento do processamento do fruto (umidade inicial) e dos teores de umidade e de carotenóides após o congelamento (%Umidade final e $CAT_{Umidade\ final}$). O valor de $CAT_{Umidade\ final}$ é então corrigido para a Umidade inicial, por meio da equação (2),

$$CAT_{(Umidade\ inicial)} = (CAT_{(Umidade\ final)} \times \%Umidade\ Final) / \%Umidade\ inicial \quad (2)$$

As diferenças observadas no comportamento das amostras conservadas a -4 °C e a -80 °C podem ser justificadas com base nos fenômenos que cada uma dessas temperaturas é capaz de retardar. Enquanto que temperaturas de até -4 °C, basicamente diminuem a velocidade de reações químicas e interrompem a multiplicação de alguns tipos de bactérias, temperaturas de pelo menos -18 °C tornam as velocidades de reação tão baixas a ponto de serem consideradas nulas e cessam a multiplicação de quaisquer tipos de bactérias além de leveduras e mofos (PEREDA et al., 2005).

Apesar do que se afirma, para ambos os tratamentos (freezer e ultrafreezer) não foi constatada diferença entre as variâncias (ANAVA a 95% de probabilidade) e também entre a média de cada período quando comparada com t_0 (teste t de Dunnett a 95% de probabilidade). Esse fato pode ser justificado pela utilização de abóboras de variedades tradicionais, para as quais há uma grande variação no teor de CAT, como réplicas no experimento. Como exemplo, no tempo t_0 , o teor de carotenóides entre as cinco réplicas variou de 149,25 µg de carotenóides/g de matéria fresca a 440,91 µg de carotenóides/g de matéria fresca, impondo uma magnitude considerável ao erro experimental e dificultando assim a obtenção de diferenças estatísticas.

Essa afirmação está em concordância com a opinião de Harris (2010), segundo a qual amostras não diferem estatisticamente quando seus valores concordam dentro do erro experimental. Deve-se considerar que há uma dificuldade em selecionar frutos com teores de CAT similares para utilização em experimentos, uma vez que o teor somente é conhecido após o fruto ter sido escolhido, processado e analisado. Além disso, não havia frutos de uma mesma cultivar disponíveis para o experimento, situação na qual haveria maior homogeneidade para o valor de CAT dos frutos utilizados. Por outro lado, a elevada variação nos valores de CAT observados entre as réplicas possibilita a aplicação dos resultados do presente estudo para a conservação de abóboras de diferentes origens e que apresentem valores de CAT bastante diferentes. É possível constatar essa diferença, por exemplo, pela verificação dos resultados obtidos por Santos et al. (2011), que detectaram teores abaixo de 100 μg de carotenóides/g de matéria fresca em frutos oriundos de estabelecimentos comerciais da cidade de Aracaju e no mesmo estudo verificaram a existência de frutos com valores de CAT superiores a 400 μg de carotenóides/g de matéria fresca (cerca de 5% dos frutos) oriundos do programa de melhoramento genético de abóbora desenvolvido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Uma alternativa para neutralizar o problema e para fazer uso do benefício da variabilidade de CAT observada entre as réplicas utilizadas no presente estudo é avaliar esse parâmetro por meio da porcentagem de retenção, de acréscimo ou da porcentagem de queda de CAT, relativamente à concentração inicial desse parâmetro com o tempo. Essa estratégia é comumente utilizada para a elaboração de curvas que correlacionam a perda de umidade com o tempo, denominadas cinéticas de secagem, e apresenta como vantagem o fato de que a variação percentual é característica do material estudado, sendo, portanto independente do teor inicial do constituinte avaliado (NAWIRSKA et al., 2009). A Tabela 1 ilustra o comportamento de CAT avaliado por meio dos valores medidos para esse parâmetro em cada época de avaliação e também como a porcentagem de queda ou aumento de CAT com relação a t_0 .

Tabela 1. Variação no teor de carotenóides totais (CAT) em valores absolutos e como porcentagem do valor inicial ao longo de diferentes períodos de conservação em freezer (-4 °C) e ultrafreezer (-18 °C).

	Tempo (mês)	CAT (µg de β-caroteno/g de amostra fresca)		% de CAT _(Inicial)	
		Freezer	Ultrafreezer	Freezer	Ultrafreezer
Média		249,19	249,19	100,00	100,00
D.P.	0	116,33	116,33	0,00	0,00
C.V.		46,68	46,68	0,00	0,00
Média		247,74	255,85	99,03	103,23
D.P.	1	119,28	115,88	2,25	2,46
C.V.		48,15	45,29	2,27	2,38
Média		226,43	251,42	89,89	101,56
D.P.	2	121,79	111,81	12,13	2,73
C.V.		53,78	44,47	13,50	2,69
Média		189,25	266,43	77,34	107,58
D.P.	4	82,69	122,05	9,63	4,59
C.V.		43,69	45,81	12,45	4,27
Média		138,94	256,02	56,50	103,46
D.P.	8	61,72	114,92	7,33	3,29
C.V.		44,42	44,89	12,98	3,18
Média		114,24	268,41	47,19	107,67
D.P.	12	42,22	127,17	5,74	2,09
C.V.		36,96	47,38	12,17	1,94

C.V.- Coeficiente de variação; D.P. –Desvio Padrão

Como pode ser observado, enquanto o C.V. das médias absolutas de CAT variou entre 36,96% e 53,78% para as amostras conservadas em freezer e entre 44,89% e 47,38% para as amostras conservadas em ultrafreezer, os valores de CAT expressos como porcentagem relativa à concentração inicial retornaram valores de C.V. de 2,27% a 13,50% para as amostras conservadas em freezer e 1,94% a 4,27% para amostras conservadas em ultrafreezer. No primeiro caso, os coeficientes de variação são considerados muito altos, enquanto que no segundo, figuram na faixa de coeficientes considerados baixos ou médios, conforme classificação de Gomes (1978).

A boa precisão obtida quando se avalia a variação de CAT de forma relativizada permite confirmar com segurança a tendência de perda e de retenção de carotenóides nas amostras armazenadas em freezer e ultrafreezer, respectivamente, conforme predito pela análise de regressão. De maneira similar, Gonçalves et al. (2011) utilizaram a variação do teor de vitamina C com o tempo ajustada a uma equação de regressão para prever a vida de prateleira da abóbora (*Cucurbita maxima*) armazenada em freezer comum, mesmo sem comparar estatisticamente o valor obtido em cada período com o valor obtido no “tempo 0” o seu estudo.

Assim, os dados obtidos permitem inferir que, nos casos em que não for possível processar e quantificar o teor de carotenoides na polpa da abóbora no mesmo dia do processamento é possível armazenar a polpa de abóbora triturada tanto em freezer quanto em ultrafreezer.

Conclusões

O armazenamento de amostras de polpa de abóbora triturada pode ser realizado em freezer, com temperatura de aproximadamente -4 °C e sem ultrapassar um mês de estocagem.

O armazenamento de amostras de polpa de abóbora triturada pode ser realizado em ultrafreezer, com temperatura estimada em -80 °C, por até 12 meses, com os resultados expressos em base seca ou compensados para o teor de umidade inicial.

Referências

- AGOSTINI-COSTA, T. da S.; ABREU, L. N. de; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenoides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.
- ASTORG, P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdã,, v. 8, n. 12, p. 406-413, 1997.
- AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; CASTRO, A. A. Estabilidade de ácido ascórbico, carotenoides e antocianinas de frutos de acerola congelados por métodos criogênicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, SP, v. 14, n. 2, p. 154-163, 2011.
- BERDANIER, C. D. Nutrition terminology. In: BERDANIER, C. D.; DWYER, J.; FELDMAN, E. B. (Ed.). **Handbook of Nutrition and Food**. 2. ed. New York, USA: CRC Press, 2008. p. 107-120.
- FDA. **To you health**: food safety for seniors. Silver Spring, 2011. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodbornellnessContaminants/PeopleAtRisk/ucm182679.htm#storchart>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1978.
- GONÇALVES, E. M.; PINHEIRO, J.; ABREU, M.; BRANDÃO, T. R. S.; SILVA, C. L. M. Kinetics of quality changes of pumpkin (*Curcubita maxima* L.) stored under isothermal and non-isothermal frozen conditions. **Journal of Food Engineering**, London, v. 106, n. 1, p. 40-47, 2011.
- KAUER, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. de A.; MENEZES, H.C. de; Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 25, n. 3, p. 553-559, 2005.

NAWIRSKA, A.; FIGIEL, A.; KUCHARSKA, A. Z.; SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, A.; BIESIADA, A. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. **Journal of Food Engineering**, London, v. 94, n. 1, p. 14-20, 2009.

LIMA, D. M.; COLUGNATI, F. A. B.; PADOVANI, R. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; SALAY, E.; GALEAZZI, M. A. M. **Tabela brasileira de composição de alimentos: TACO**. Campinas: UNICAMP, 2006.

NGUYEN, M. L.; SCHWARTZ, S. J. Lycopene: chemical and biological properties. **Food Technology**, Chicago, v. 53, n. 2, p. 38-45, 1999.

PEREDA, J. A. O.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ALVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. (Org.). **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Tradução de Fátima Murad Porto. Alegre: Artmed, 2005.

RIVLIN, R. S. Vitamin deficiencies. In: BERDANIER, C. D.; DWYER, J. T.; FELDMAN, E. B. (Ed.). **Handbook of nutrition and food**. 2. ed. New York: CRC Press, 2008. p. 177-192.

RAMOS, S. R. R.; QUEIRÓZ, M. A. de. Recursos genéticos de abóbora no Nordeste Brasileiro. In: LIMA, M. da C. (Org.). **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2005. p. 99-116.

RAMOS, S. R. R.; FAUSTIN, R. M. E. B.; CARVALHO, H. W. L. de; LIMA, M. A. C. de; QUEIROZ, M. A. de; MELO, N. F. de; CARDOSO, B. T.; CAMPOS, E. T.; SANTOS, H. J. B.; MIRANDA, J. S. da S.; SANTOS, L. R. de O. Estratégias de melhoramento de variedades tradicionais de abóbora utilizadas na região Nordeste do Brasil. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 5., 2015, São Paulo. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1041179/1/VReuniaodeBiofortificacaoAnais.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Assessment of the provitamin A contents of foods – the brazilian experience. **Journal of Food composition and Analysis**, Amsterdã, v. 9, n. 3, p. 196-230, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Effects of processing and storage on food carotenoids. **Sight and Life Newsletter**, Nogent-sur-Marne Cedex, v. 3, p. 25-30, 2002.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **HarvestPlus handbook for carotenoid analysis**. Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides**: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília, DF: MMA/SBF, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; AMAYA-FARFAN, J. Carotenoid composition of brazilian fruits and vegetables. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 744, p. 409-416, 2007.

SANTOS, A. C.; RAMOS, S. R. R.; GÓIS, G. R.; CARDOSO, B. T.; RIBEIRO, I. B. O. R.; CAMPOS, E. T. Avaliação preliminar para características químicas e nutricionais em frutos de variedades tradicionais de abóbora. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO, 4, 2011, Teresina. **Anais...** Teresina: Biofort, 2011. p. 1-5. Disponível em: <<http://biofort.com.br/downloads/reunioes-de-biofortificacao-no-brasil/>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

ZIEGLER, R. G. Vegetables, fruits, and carotenoids and the risk of cancer. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, USA, v. 53, p. 251S-259S, 1991.



Tabuleiros Costeiros

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

